

(19)The Korean Intellectual Property Office (KR)  
Unexamined Patent Application (A)

(51) Int.Cl. 6

H01L 27/108

Application No	10-2000-0074653
Application Date	2000-12-08
Publication No	KR2002-0045269.
Publication Date	2002-06-19
Agent	Yeong-Mu Shin
	Seung-Min Choi
Inventor	Yun-Su Kim
Applicant	Hynix Semiconductor Inc.Jong-Seop Park
Examination	Requested
Title of Invention	Method for forming a bottom electrode of capacitor in a semiconductor device



Abstract

The invention relates to the method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device. And RuO<sub>2</sub> atomic layer deposition the RuO in the process, of depositing film and forming the bottom electrode. RuO film is deposited and the bottom electrode is formed. Disclosed is the method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device which prevents that impurity remains behind inside film, and it prevents the particle generation and can improve the thin film of the bottom electrode and electrical characteristic of capacitor.



Representative Drawing(s)

Fig. 1



Keyword(s)

The bottom electrode, RuO<sub>2</sub>, and the atomic layer deposition.



Description

• Brief Explanation of the Drawing(s)

Figure 1 is a gas supply timing characteristic graph which it shows in order to explain the method for forming bottom electrode of capacitor according to the invention.

Figs. 2a through 2c are the cross-sectional view which it successively shows in order to explain the ruthenium oxidation formation method according to the gas supply of fig. 1.

The code description • toward the main part of • drawing.

1: semiconductor substrate 2: interlayer insulating film.

3a: ruthenium source 3b: oxygen.

3 : RuO<sub>2</sub>Film 30: bottom electrode.

#### ※ Details of the Invention

##### ※ Purpose of the Invention

##### ※ The Technical Field to which the Invention belongs and the Prior Art in that Field

The invention relates to the method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device. And particularly, RuO<sub>2</sub>It is about the method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device forming the bottom electrode into film.

Recently, the bottom electrode of capacitor RuO<sub>2</sub>The technology using film is very much studied.

In the prior art, the oxidation state of Ru the precursor (RuX of the +2 or the +3 phosphorus state.2Or RuX<sub>3</sub>By using, it reacts with the oxygen gas in the chemical vapor deposition and the bottom electrode of capacitor is formed.

RuO<sub>2</sub>RuO it reacts to the oxygen in the film deposition to the Ru precursor.2Film is made. Moreover, the oxygen reacts to X which is the ligand and the reaction product is made moreover, the oxygen. At this time, the reaction product made as neutral through the redox reaction is removed to vacuum. However, because of being difficult to be removed, the negative ion or the cationic reaction product remains in intramembrane as impurity. Moreover, since getting up in the time the decomposition reaction of ligand and oxygen is very complicated, to be short, the carbon which is impurity, and the hydrogen or the oxygen remain behind within film. This impurity lowers the film characteristic while being diffused in the post heat cycle or the progress of following evaporation between film.

Besides, in case of performing the existing chemistry gaselty deposition method (CVD), the reactive gas and precursor meet at the weather and the decomposition reaction occurs in the weather. While the nonvolatile matter (especially, Carbonate) being formed owing to this reaction and existing as the lumpy type on film, film operates as the main reason of the particle generation.

##### ※ The Technical Challenges of the Invention

Therefore, the atomic layer deposition RuO the invention solves the problem described in the above2RuO the particle generation is prevented by depositing film it prevents from impurity remaining behind inside film.The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device improving the electrical characteristic of the thin film of 2 and capacitor is provided but it has the purpose.

#### ■ Structure & Operation of the Invention

The first step, which absorbs the ruthenium source in the surface of semiconductor substrate the method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device according to the invention supplies the ruthenium source to the reaction inside of chamber in which the semiconductor substrate is mounted the second step supplying the purge gas to the reaction inside of chamber and removes the non-reactive ruthenium source of the reaction inside of chamber, and RuO it reacts with the ruthenium source the oxygen reaction gas is supplied to the reaction inside of chamber.2The RuO of the target thickness the and then repeats in cycle it is made of the third step and the fourth stage which supplies the purge gas to the reaction inside of chamber and which forms film removing the non-reactive oxygen reaction gas and reaction by-product of the reaction inside of chamber, and the fourth stage through the first is defined as 1 cycle.2After forming film, it patterns and the bottom electrode is formed.

The reaction chamber maintains the temperature of 900°C range through 100.

The ruthenium source RuX.2Or ruXRuX 3 is used.2Or ruXThe chemical formula X of 3 is H, and C.1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, ??-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8It is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials. H which the purge gas is the inactive gas.2, N2The oxygen reaction gas H one gas is used among the , He, and Ne and Ar gas.2O, H2O2The , ROH, and RCOOH and C.2-C10The chemical formula R is H in ROH or RCOOH, and C one gas is used among diol.1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8It is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials. At this time, the ruthenium saw minor gas , and the acceleration period of the purge gas or the oxygen reaction gas are done by 5 second through 0.1.

The attached embodiment of the present invention decides to be hereinafter particularly more illustrated.

Figure 1 is a gas supply timing characteristic graph of showing in order to explain the method for forming bottom electrode of capacitor according to the invention. Figs. 2a through 2c are the cross-sectional view which it successively shows in order to explain the ruthenium oxidation formation method according to the gas supply of fig. 1.

Referring to Figure 1, ruO2The processing stage forming film is made of the first step (A) supplying the ruthenium source to the reaction inside of chamber, the second step (B) removing the non-reactive ruthenium source and reaction by-product of the reactor inside, and the third step (C) supplying the oxygen reaction gas and the fourth stage (D) removing the non-reactive oxygen reaction gas and reaction by-product. And the fourth stage through the first is comprised 1 cycle. The RuO of the target thickness.2In order to form film, 1 cycle consisting of the fourth stage through the first is repeated from the and then.

RuO2The reaction chamber in which the evaporation of film is made maintains the temperature of 900°C range through 100. And the ruthenium source gas , and the acceleration period of the oxygen reaction gas or the purge gas supplied to the reaction inside of chamber in the angular step do to 5 second through 0.1.

Referring to figs. 1 and 2a, the interlayer insulating film (2) is formed on the semiconductor substrate (1) in which the different element for forming the semiconductor device is formed. Thereafter, in the first step (A), the ruthenium source gas is supplied to the reaction inside of chamber in which the semiconductor substrate (1) is positioned and the ruthenium source (3a) is absorbed in the interlayer insulating film (2) surface.

Here, the ruthenium source RuX2Or ruXThe chemical formula X is H, and C 3 is used.1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8It is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials.

In the second step (B), in order that the ruthenium source gas which is not absorbed to the surface of the semiconductor substrate and remains in the reaction inside of chamber is removed, it supplies to the inside of chamber by using the inactive gas as the purge gas.

H which is the inactive gas (Inert Gas) to the purge gas for the purification of the reaction chamber.2, N<sub>2</sub>The , He, and Ne or the Ar gas are used.

Referring to figs. 1 and 2b, the chemical formula 1 and RuO the oxygen (3b) is reacted in the surface of the ruthenium source (3a) absorbed to the surface of the semiconductor substrate (1) in the chemistry like 2 the oxygen reaction gas is supplied to the reaction inside of chamber in the third step (C)2The film (3) is formed.

The oxygen reaction gas H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>The , ROH, and RCOOH and C<sub>2</sub>–C<sub>10</sub>The chemical formula R is H in ROH or RCOOH, and C one gas is used among diol.1–C<sub>10</sub>alkyl, C<sub>2</sub>–C<sub>10</sub>alkenyl, C<sub>1</sub>–C<sub>8</sub>alkoxy, C<sub>6</sub>–C<sub>12</sub>aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C<sub>1</sub>–C<sub>8</sub>It is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials.

RuXH<sub>2</sub> is used.2RuO it reacts to O<sub>2</sub>While making film, the reaction product (HX) in which it has strong volatility is produced. HX is easily removed to vacuum.

RuXH<sub>3</sub> is used.2RuO it reacts to O<sub>2</sub>While making film, the reaction product (HX) in which it has strong volatility is produced. HX is easily removed to vacuum.

In the fourth stage (D), the inactive gas for using as the purge gas is supplied to the reaction inside of chamber and the non-reactive oxygen sauce gas and the reaction by-product remaining in the reaction inside of chamber are ejected to the reaction chamber outside.

The reaction by-product HX, and H<sub>2</sub>It has O<sub>2</sub>. HX in the invention, and H a part remains within film as impurity because of being the ion, the reaction by-product is unable to be mainly easily fired from the existing chemical vapor deposition due to the various redox reaction and it again reacts to the reactive gas and a part is to the gas.2RuO O is the neutrals in which the vapor pressure is high.2The RuO of the high purity in which there is nearly no PERNUM:3S including the carbon, the hydrogen, the oxygen etc. film is removed to the vacuum evacuation from reactor it is not included within film.2Film is formed. Moreover, in the conventional technology, in the weather, since the reactive gas and source material arousing a part chemical reaction and forming the nonvolatile matter, it operated as the main reason of the particle generation. But since the deposition reaction occurs in the surface of semiconductor substrate since using the atomic layer deposition in the invention, the particle generation can be suppressed.

Therefore, the first RuO<sub>2</sub> 1 cycle process consisting of the fourth stage (A or D) through the first is advanced2Film is formed.

Referring to Figure 2c, ruO<sub>2</sub> 1 cycle consisting of the fourth stage through the first is repeated from the and then2The film (3) is deposited to the target height and the bottom electrode (30) is formed.

#### ■ Effects of the Invention

As described above, the invention is ruO<sub>2</sub> with a superior thin film in which there is no impurity and particle to the atomic layer deposition2It has the effect that the reliability of the manufacturing process of capacitor and electrical characteristic are improved by film being formed and using as the bottom electrode.



## Scope of Claims

### Claim 1 :

The first step: second step: RuO<sub>2</sub> supplying the purge gas to the reaction inside of chamber and removes the non-reactive ruthenium source of the reaction inside of chamber it reacts with the ruthenium source the oxygen reaction gas is supplied to the reaction inside of chamber absorbs the ruthenium source in the surface of semiconductor substrate it supplies the ruthenium source to the reaction inside of chamber in which the semiconductor substrate is mounted.

2The RuO<sub>2</sub> of the target thickness the and then repeats in 1 cycle it is made of the third step and the fourth stage which supplies the purge gas to the reaction inside of chamber and which forms film removing the non-reactive oxygen reaction gas and reaction by-product of the reaction inside of chamber and the fourth stage through the first is cycled with 1.

2The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device which characterizes to pattern after forming film and the bottom electrode.

### Claim 2 :

The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device of claim 1, wherein the reaction chamber maintains the temperature of 900°C range through 100.

### Claim 3 :

The ruthenium source as to claim 1, RuX.

2Or ruXThe method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device wherein 3 is used.

### Claim 4 :

RuX as to claim 3.

2Or ruXThe chemical formula X of 3 is H, and C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>alkyl, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>alkenyl, C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>12</sub>aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device wherein it is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials.

### Claim 5 :

H of claim 1, wherein the purge gas is the inactive gas

2, N<sub>2</sub>The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device wherein one gas is used among the , He, and Ne and Ar gas.

### Claim 6 :

The oxygen reaction gas as to claim 1, H.

2O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>The , ROH, and RCOOH and C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device wherein one gas is used among diol.

### Claim 7 :

The chemical formula R is H in ROH as to claim 6, or RCOOH, and C.

1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl,  $\beta$ -diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device wherein it is one among derivatives in which the halogen is added to alkylcyclopentadienyl or these materials.

Claim 8 :

The method for forming bottom electrode of capacitor of the semiconductor device of claim 1, wherein the ruthenium saw minor gas, and the acceleration period of the purge gas or the oxygen reaction gas are done by 5 second through 0.1.



Drawings

Fig. 1

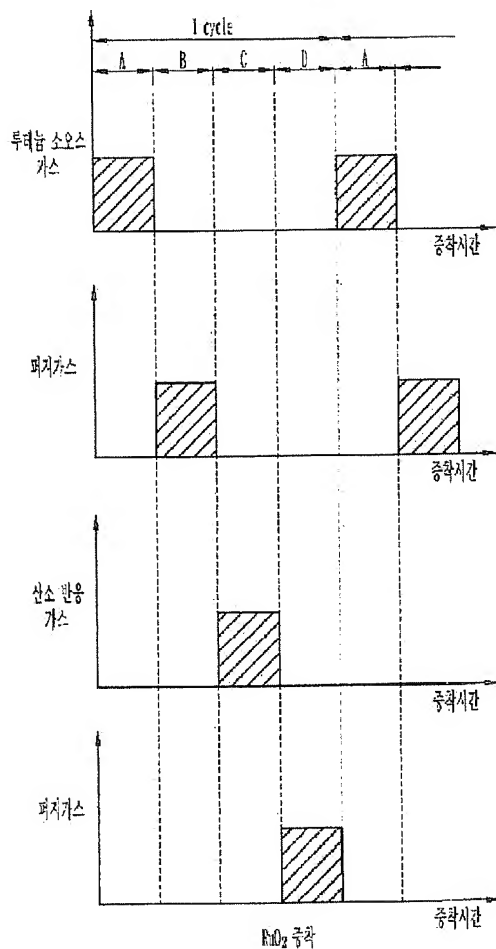
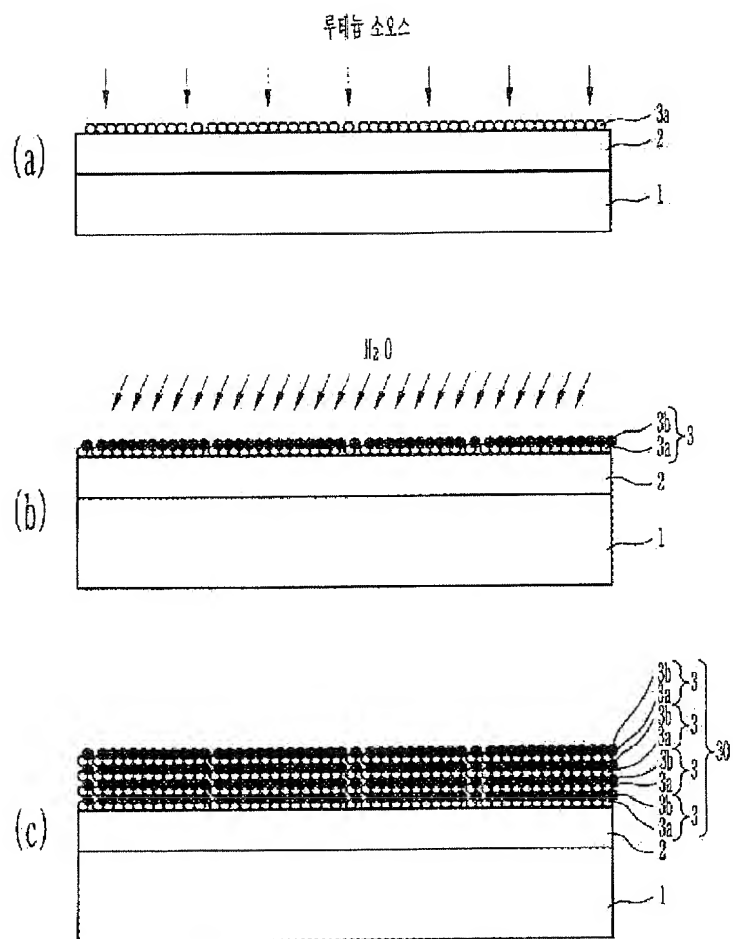


Fig. 2



## (19)대한민국특허청(KR)공개특허공보(A)

(51) Int.Cl. 6

H01L 27/108

출원번호	10-2000-0074653
출원일자	2000년12월08일
공개번호	특2002-0045269
공개일자	2002년06월19일
대리인	신영무
	최승민
발명자	김윤수
출원인	주식회사 하이닉스반도체 박종섭
심사청구	있음
발명의명칭	반도체 소자의 커패시터 하부전극 형성 방법



요약

본 발명은 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법에 관한 것으로, RuO<sub>2</sub>막을 증착하여 하부 전극을 형성하는 과정에서, 단원자 증착법으로 RuO<sub>2</sub>막을 증착하여 하부 전극을 형성함으로써 RuO<sub>2</sub>막 내부에 불순물이 잔류하는 것을 방지하고, 파티클 발생을 방지하여 하부 전극의 막질 및 커패시터의 전기적 특성을 향상시킬 수 있는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법이 개시된다.



대표도

도. 1



색인어

하부 전극, RuO<sub>2</sub>, 단원자 증착법



명세서

### \* 도면에 대한 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 커패시터 하부전극 형성 방법을 설명하기 위하여 도시한 가스 공급 타이밍 특성 그래프.

도 2a 내지 도 2c는 도 1의 가스 공급에 따른 루테튬 산화막 형성 방법을 설명하기 위하여 순차적으로 도시한 단면도.



도면의 주요 부분에 대한 부호 설명?

1 : 반도체 기판 2 : 층간 절연막

3a : 루테튬 소오스 3b : 산소

3 : RuO<sub>2</sub>막 30 : 하부 전극

#### ※ 발명에 대한 자세한 설명

#### ※ 발명의 목적

##### ※ 발명이 속하는 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법에 관한 것으로, 특히 RuO<sub>2</sub>막으로 하부 전극을 형성하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법에 관한 것이다.

최근 들어, 커패시터의 하부 전극으로 RuO<sub>2</sub>막을 사용하는 기술이 많이 연구되고 있다.

종래 기술은 Ru의 산화 상태가 +2 또는 +3인 상태의 선구 물질(RuX<sub>2</sub>또는 RuX<sub>3</sub>)을 사용하여 CVD법으로 산소 기체와 반응시켜 커패시터의 하부 전극을 형성한다.

RuO<sub>2</sub>막 증착시 산소는 Ru 선구 물질과 반응하여 RuO<sub>2</sub>막을 만들고, 또한 산소는 리간드(Ligand)인 X와 반응하여 반응 생성물을 만들게 된다. 이때, 산화/환원 반응을 통해 중성으로 만들어진 반응 생성물은 진공으로 제거되지만, 음이온 또는 양이온성 반응 생성물은 제거되기 어렵기 때문에 막내에 불순물로 남게 된다. 또한, 산소와 리간드의 분해 반응이 매우 복잡할 뿐만 아니라 짧은 시간에 일어나므로 불순물인 탄소, 수소 또는 산소가 막 내에 잔류하게 된다. 이러한 불순물은 후속 열공정이나 후속 증착 공정시 막 사이에서 확산되면서 막 특성을 저하시킨다.

그 외에도, 기존의 화학 기상 증착법(CVD)을 실시하는 경우 기상에서 반응 기체와 선구 물질이 만나게 되고 기상에서 분해 반응이 일어난다. 이 반응에 의해 비휘발성 물질(특히, Carbonate)이 형성되어 막 위에 덩어리 형태로 존재하면서 파티클(Particle) 발생의 주원인으로 작용한다.

#### ※ 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 단원자 증착법으로 RuO<sub>2</sub>막을 증착함으로써 막 내부에 불순물이 잔류하는 것을 방지하고, 파티클 발생을 방지하여 RuO<sub>2</sub>의 막질 및 커패시터의 전기적 특성을 향상시킬 수 있는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

#### ※ 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법은 반도체 기판이 장착된 반응 챔버 내부로 루테튬 소오스를 공급하여 상기 반도체 기판 표면에 루테튬 소오스를 흡착시키는 제 1 단계, 반응 챔버 내부로 퍼지 가스를 공급하여 반응 챔버 내부의 미반응 루테튬 소오스를 제거하는 제 2 단계, 반응 챔버 내부로 산소 반응 가스를 공급하여 루테튬 소오스와 반응시켜 RuO<sub>2</sub>막을 형성하는 제 3 단계 및 반응 챔버 내부로 퍼지 가스를 공급하여 반응 챔버 내부의 미반응 산소 반응 가스 및 반응 부산물을 제거하는 제 4 단계로 이루어져, 제 1 내지 제 4 단계를 1 사이클로 정의하고, 사이클을 계속해서 반복 실시하여 목표 두께의 RuO<sub>2</sub>막을 형성한 후 패터닝하여 하부 전극을 형성한다.

반응 챔버는 100 내지 900℃ 범위의 온도를 유지한다.

루테늄 소오스로는 RuX<sub>2</sub>또는 RuX<sub>3</sub>를 사용하며, RuX<sub>2</sub>또는 RuX<sub>3</sub>의 화학식 X는 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, ??-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나이다. 퍼지 가스는 불활성 가스인 H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ne 및 Ar 가스 중 어느 한 가스를 사용하며, 산소 반응 가스로는 H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ROH, RCOOH 및 C2-C10diol 중 어느 한 가스를 사용하며, ROH 또는 RCOOH에서 화학식 R은 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나이다. 이때, 루테늄 소오스 가스, 퍼지 가스 또는 산소 반응 가스의 공급 시간은 0.1 내지 5초로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명에 따른 커패시터 하부전극 형성 방법을 설명하기 위하여 도시한 가스 공급 타이밍 특성 그래프이다. 도 2a 내지 도 2c는 도 1의 가스 공급에 따른 루테늄 산화막 형성 방법을 설명하기 위하여 순차적으로 도시한 단면도이다.

도 1을 참조하면, RuO<sub>2</sub>막을 형성하는 공정 단계는 반응 챔버 내부로 루테늄 소오스를 공급하는 제 1 단계(A), 반응기 내부의 미반응 루테늄 소오스 및 반응 부산물을 제거하는 제 2 단계(B), 산소 반응 가스를 공급하는 제 3 단계(C) 및 미반응 산소 반응 가스 및 반응 부산물을 제거하는 제 4 단계(D)로 이루어지며, 제 1 내지 제 4 단계가 1 사이클(Cycle)을 이룬다. 목표 두께의 RuO<sub>2</sub>막을 형성하기 위해서는 제 1 내지 제 4 단계로 이루어진 1 사이클을 계속해서 반복 실시한다.

RuO<sub>2</sub>막의 증착이 이루어지는 반응 챔버는 100 내지 900℃ 범위의 온도를 유지하며, 각 단계에서 반응 챔버 내부로 공급되는 루테늄 소오스 가스, 산소 반응 가스 또는 퍼지 가스의 공급 시간은 0.1 내지 5초로 한다.

도 1 및 도 2a를 참조하면, 반도체 소자를 형성하기 위한 여러 요소가 형성된 반도체 기판(1) 상에 층간 절연막(2)을 형성한다. 이후 제 1 단계(A)에서는 반도체 기판(1)이 위치하는 반응 챔버 내부로 루테늄 소오스 가스를 공급하여 층간 절연막(2) 표면에 루테늄 소오스(3a)를 흡착시킨다.

여기서, 루테늄 소오스로는 RuX<sub>2</sub>또는 RuX<sub>3</sub>를 사용하며, 화학식 X는 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나이다.

제 2 단계(B)에서는 반도체 기판의 표면에 흡착되지 않고 반응 챔버 내부에 잔류하는 루테늄 소오스 가스를 제거하기 위하여, 불활성 가스를 퍼지 가스로 이용하여 챔버 내부에 공급한다.

반응 챔버의 정화를 위한 퍼지 가스로는 불활성 가스(Inert Gas)인 H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ne 또는 Ar 가스를 사용한다.

도 1 및 도 2b를 참조하면, 제 3 단계(C)에서는 산소 반응 가스를 반응 챔버 내부로 공급하여 화학식 1 및 화학식 2와 같이 반도체 기판(1)의 표면에 흡착된 루테늄 소오스(3a)의 표면에 산소(3b)를 반응시켜 RuO<sub>2</sub>막(3)을 형성한다.

산소 반응 가스로는 H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ROH, RCOOH 및 C2-C10diol 중 어느 한 가스를 사용하며, ROH 또는 RCOOH에서 화학식 R은 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl, β-diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나이다.

RuX<sub>2</sub>를 사용하면, H<sub>2</sub>O와 반응하여 RuO<sub>2</sub>막을 만들면서 휘발성이 강한 반응생성물(HX)을 생성하고, HX는 진공으로 쉽게 제거된다.

RuX<sub>3</sub>를 사용하면, 마찬가지로 H<sub>2</sub>O와 반응하여 RuO<sub>2</sub>막을 만들면서 휘발성이 강한 반응생성물(HX)을 생성하고, HX는 진공으로 쉽게 제거된다.

제 4 단계(D)에서는 퍼지 가스로 사용하기 위한 불활성 가스를 반응 챔버 내부로 공급하여 반응 챔버 내부에 잔류하는 미반응 산소 소오스 가스 및 반응 부산물을 반응 챔버 외부로 배출한다.

반응 부산물로는 HX, H<sub>2</sub>O가 있다. 기존의 CVD법에서는 다양한 산화/환원 반응으로 인하여 반응 부산물이 주로 이온성이었기 때문에 쉽게 제거되지 못하고 반응기체와 다시 반응하여 일부는 기체로 되거나, 일부는 막 내에 불순물로 남게 되는데, 본 발명에서는 HX, H<sub>2</sub>O는 기화압이 높은 중성 물질이므로, RuO<sub>2</sub>막 내에 포함되지 않고 진공 배기로 반응기에서 쉽게 제거되므로 탄소, 수소, 산소 등의 불순물이 거의 없는 높은 순도의 RuO<sub>2</sub>막이 형성된다. 또한, 종래 기술에서는 기상에서 반응 기체와 소오스 물질이 일부 화학 반응을 일으켜 비휘발성 물질을 형성하므로 파티클 발생의 주원인으로 작용했으나, 본 발명에서는 단원자 증착법을 사용하므로 반도체 기판 표면에서만 증착 반응이 일어나게 되므로 파티클 발생을 억제할 수 있다.

이로써, 제 1 내지 제 4 단계(A 내지 D)로 이루어진 1 사이클 공정이 진행되어 1차 RuO<sub>2</sub>막이 형성된다.

도 2c를 참조하면, 제 1 내지 제 4 단계로 이루어진 1 사이클을 계속해서 반복 실시하여 RuO<sub>2</sub>막(3)을 목표 높이까지 증착해 하부 전극(30)을 형성한다.

#### ■ 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 단원자 증착법으로 불순물과 파티클이 없는 막질이 우수한 RuO<sub>2</sub>막을 형성하여 하부 전극으로 사용함으로써 커패시터의 제조 공정의 신뢰성 및 전기적 특성을 향상시키는 효과가 있다.



#### 청구의 범위

##### 청구항 1:

반도체 기판이 장착된 반응 챔버 내부로 루테튬 소오스를 공급하여 상기 반도체 기판 표면에 루테튬 소오스를 흡착시키는 제 1 단계;

상기 반응 챔버 내부로 퍼지 가스를 공급하여 상기 반응 챔버 내부의 미반응 루테튬 소오스를 제거하는 제 2 단계;

상기 반응 챔버 내부로 산소 반응 가스를 공급하여 상기 루테튬 소오스와 반응시켜 RuO<sub>2</sub>막을 형성하는 제 3 단계 및

상기 반응 챔버 내부로 퍼지 가스를 공급하여 상기 반응 챔버 내부의 미반응 산소 반응 가스 및 반응 부산물을 제거하는 제 4 단계로 이루어져 상기 제 1 내지 제 4 단계를 1 사이클하고, 상기 1 사이클 계속해서 반복 실시하여 목표 두께의 RuO<sub>2</sub>막을 형성한 후 패터닝하여 하부 전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

##### 청구항 2:

제 1 항에 있어서,

상기 반응 챔버는 100 내지 900℃ 범위의 온도를 유지하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

##### 청구항 3:

제 1 항에 있어서,

상기 루테튬 소오스로는 RuX<sub>2</sub>또는 RuX<sub>3</sub>를 사용하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

##### 청구항 4:

제 3 항에 있어서,

상기  $RuX_2$  또는  $RuX_3$ 의 화학식 X는 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl,  $\beta$ -diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

청구항 5:

제 1 항에 있어서,

상기 퍼지 가스는 불활성 가스인  $H_2$ ,  $N_2$ , He, Ne 및 Ar 가스 중 어느 한 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

청구항 6:

제 1 항에 있어서,

상기 산소 반응 가스로는  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ , ROH,  $RCOOH$  및 C2-C10diol 중 어느 한 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

청구항 7:

제 6 항에 있어서,

상기 ROH 또는  $RCOOH$ 에서 화학식 R은 H, C1-C10alkyl, C2-C10alkenyl, C1-C8alkoxy, C6-C12aryl,  $\beta$ -diketonates, cyclopentadienyl, C1-C8alkylcyclopentadienyl 또는 이들 물질에 할로겐(Halogen)이 첨가된 유도체들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.

청구항 8:

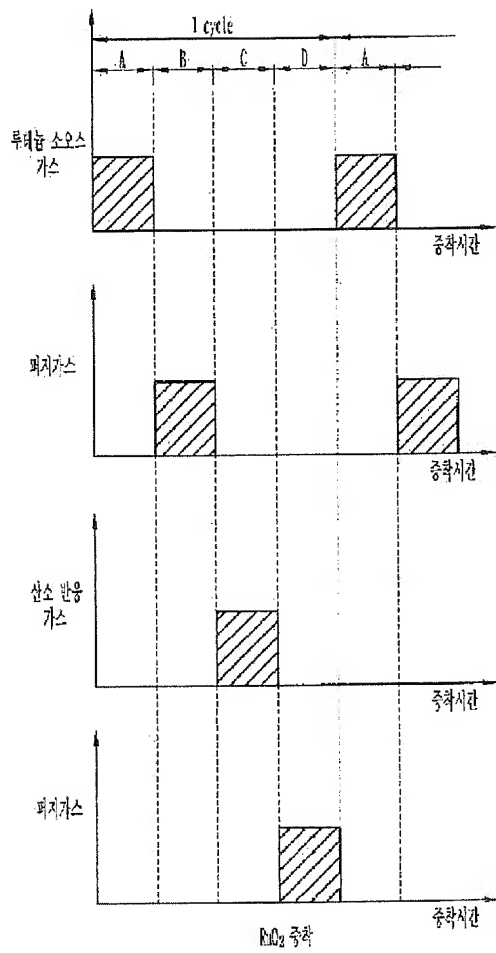
제 1 항에 있어서,

상기 루테튬 소오스 가스, 퍼지 가스 또는 산소 반응 가스의 공급 시간은 0.1 내지 5초로 하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 커패시터 하부 전극 형성 방법.



도면

도면 1



도면 2

